

InAs/GaAs 양자점 태양전지의 Photoreflectance Spectra에서 AlGaAs Potential Barrier 두께에 따른 Franz Keldysh Oscillation 주파수 특성

손창원¹, 이승현¹, 한임식¹, 민성식¹, 하재두¹, 이상조¹, Ryan P. Smith¹,
김종수*¹, 이상준², 노삼규², 김진수³, 최현광⁴, 임재영⁴

¹영남대학교 물리학과, ²한국표준과학연구원, ³전북대학교 신소재공학부, ⁴인제대학교 나노공학부

Franz Keldysh Oscillation (FKO)은 p-n 접합 구조의 Photoreflectance (PR) spectra에서 표면 및 계면의 전기장(electric field) 특성을 반영한다. InAs/GaAs 양자점 태양전지(Quantum Dot Solar Cell, QDSC) 구조에서 InAs 양자점 층 전후에 AlGaAs 층을 삽입하여 퍼텐셜 장벽(potential barrier) 두께에 따른 PR spectra 및 GaAs-matrix에서 FKO 주파수 특성을 비교 분석하였다. InAs/GaAs 양자점 태양전지는 p-i-n 구조의 i-GaAs에 2.0 monolayer (ML), 8주기의 InAs 양자점 층을 삽입하여 Molecular Beam Epitaxy (MBE) 방법으로 성장하였다. 각 양자점 층 전후에 두께가 각각 0.0, 1.6, 2.8, 6.0 nm인 AlGaAs 층을 삽입하여 퍼텐셜 장벽 두께에 따른 FKO 주파수 변화를 관측하였다. 또한 태양전지 구조의 전기장 분포를 좀 더 용이하게 관측하기 위해 여기광의 세기(power intensity)를 충분히 낮추어 Photovoltaic effect에 의한 내부 전기장의 변화를 최소화하여 비교 분석하였다. InAs/GaAs 양자점 태양전지 구조에서 AlGaAs 장벽층이 없는 경우, PR spectra의 Fast Fourier Transform 결과에 반영되는 FKO 주파수 특성은 p-i-n 구조 계면에서 공핍층(depletion region)의 space charge field보다 양자점 층의 내부 전기장에 의한 FKO 주파수가 더 큰 진폭(amplitude)을 보였다. 반면에, AlGaAs 장벽층이 삽입되면 두께가 커짐에 따라 p-i-n 구조 계면의 space charge field에 의해 더 큰 진폭의 FKO 주파수가 관측되었다. 이는 AlGaAs 장벽층이 삽입됨으로써 양자점 층 내 양자 상태 수 및 여기광에 의한 캐리어의 수와 관련이 있음을 확인하였으며, 결과적으로 GaAs-matrix에서 p-i-n 구조 계면의 space charge field에 영향을 미치게 됨을 알 수 있다. 이러한 PR 특성 결과들을 InAs/GaAs 양자점 태양전지의 설계 및 제조에 반영함으로써 양자효율 증대에 기여할 것으로 기대된다.

References

1. W.-H. Chang, T. M. Hsu, W. C. Lee, and R. S. Chuang, J. Appl. Phys. 83 (12), 7873 (1998)
2. Van Hoof et al., Appl. Phys. Lett. 54 (7), 608 (1989).
3. H. Shen and M. Dutta, J. Appl. Phys. 78 (4), 2151 (1995).

Keywords: 양자점 태양전지, Photoreflectance, Franz Keldysh Oscillation, InAs, GaAs